

## ESTRATEGIAS INNOVADORAS DE ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN Y DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS PARA FOMENTAR EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Gladys N. Dapozo, Cristina L. Greiner, Raquel H. Petris, María C. Espíndola, Ana M. Company, María F. Piragine, Marta Stopello, Irene Lucero

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura  
Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio N° 1449. Corrientes. Argentina.

{gndapozo, cgreiner, rpetris}@exa.unne.edu.ar, mcespindola@yahoo.com,  
anamacom@hotmail.com, mafepiragine@hotmail.com, mstopello@hotmail.com,  
irmaireneprof@gmail.com

### RESUMEN

La formación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas se considera clave para resolver muchos de los desafíos actuales y futuros de la humanidad, por lo cual la tendencia mundial en educación es fomentar el pensamiento computacional y la programación, especialmente en los niveles educativos preuniversitarios. En este proyecto se plantean tres líneas principales de investigación, una enfocada en estrategias educativas que incorporen métodos y herramientas innovadoras para la enseñanza de la programación en las carreras de Informática, otra orientada a las didácticas específicas para actualizar la formación de los profesores del campo de las Ciencias de la Computación, y finalmente, una línea enfocada en definir estrategias para salvar los obstáculos epistemológicos surgidos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas básicas (Física, Química, Matemática) en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas, vinculados en forma directa con los preocupantes índices de desgranamiento y de abandono de las carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

**Palabras clave:** Enseñanza de la programación. Didácticas específicas. Pensamiento computacional. Carreras STEM.

### CONTEXTO

Las líneas de I/D corresponden al proyecto 16F018 “Promoción del pensamiento computacional para favorecer la formación en STEM”, acreditado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), iniciado en el año 2017.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los inconvenientes a los que se enfrentan las carreras de formación en disciplinas que involucran saberes en STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), están siendo estudiados y analizados en diversas universidades que se ven afectadas por una marcada disminución de estudiantes en este tipo de carreras. Algunas de las problemáticas son: la constante disminución en la matrícula de estas disciplinas, a su vez el marcado desgranamiento en los primeros años y el reducido porcentaje de matrícula femenina. Un informe del Consejo Presidencial de Asesores en Ciencia y Tecnología (PCAST) en EE.UU. señala que se requerían, en la próxima década, aproximadamente 1 millón de graduados universitarios en los campos de STEM. Además, en ese país menos del 40% de los estudiantes que ingresan a la universidad con la intención de especializarse en un campo STEM lo logran [1].

El estudio de Katz [2] señala que se aprecia una producción limitada de

graduados en STEM en relación al número de egresados respecto de las necesidades del campo productivo. En particular destaca la falta de masa crítica en capacidades para trabajar en el área de la innovación digital.

Esta formación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas se considera clave para resolver muchos de los desafíos actuales y futuros de la humanidad, por lo cual la tendencia mundial en educación es fomentar el pensamiento computacional y la programación, especialmente en los niveles educativos preuniversitarios. Con lo cual un problema que se plantea es la actualización de conocimientos, estrategias didácticas y herramientas de enseñanza de programación para los profesores de asignaturas vinculadas con las ciencias de la computación. Muchos docentes no tienen las habilidades profesionales en informática o pensamiento computacional, o no tienen presente nuevos enfoques de la didáctica de la programación [3].

Ante este problema de carácter global, existen numerosos programas que proponen soluciones, que buscan mejorar la educación en estos temas desde los primeros niveles de educación (“Some STEM for All”), concentrar los esfuerzos sólo en los interesados o en los destacados (“All STEM for Some”) [4], fortalecer la formación de los docentes de STEM y promover el incremento de los mismos mediante beneficios adicionales [5].

Por otra parte, se sostiene que todos los niños deben tener la posibilidad de acceder a la enseñanza de computación en su vida escolar. Las habilidades que desarrollan los alumnos al ser educados en ciencias de la computación exceden lo referido estrictamente a este tema. Estas habilidades, vinculadas con el “Computational Thinking” propuesto por Wing [6], cumplen un rol de creciente importancia en la educación moderna.

Por tanto, cuando se trata de alfabetización digital, esta debe integrar también nociones sobre los lenguajes de las computadoras. En este marco, tanto la programación como el pensamiento computacional resultan relevantes para el aprendizaje. Al comprender su semántica y su lógica en la resolución de problemas, los alumnos también se preparan para entender y cambiar la realidad [7].

En las carreras de Informática la problemática del aprendizaje de la programación continúa siendo una preocupación vigente. En los planes de estudio, generalmente, estos contenidos están en las primeras asignaturas, con lo cual, a las dificultades propias de programación, se agregan las características de los estudiantes que recién se inician en la vida universitaria. Sin embargo, los estudios realizados señalan que la problemática no reside en la incapacidad para resolver problemas propiamente dicha sino en el escaso desarrollo del pensamiento computacional y de los procesos de abstracción que ellos requieren [8].

Por tanto, de la literatura se desprende que fomentar el pensamiento computacional favorece a los alumnos que realizan una formación específica en Ciencias de la Computación, como así también, a niños y jóvenes que no necesariamente realizarán una formación profesional en el campo de la Informática.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Las líneas de investigación de este proyecto, están enfocadas en:

- a) Estrategias educativas que incorporen métodos y herramientas innovadoras para la enseñanza de la programación en las carreras de Informática.
- b) Didácticas específicas para actualizar la formación de los profesores del campo de las Ciencias de la Computación. Esta línea busca

acompañar las políticas públicas, en particular la iniciativa Program.Ar, para lograr promover “cambios de fondo en la enseñanza en escuelas primarias y secundarias de varios temas relacionados con la computación, convencidos de que son un elemento clave para que el país pueda aprovechar las enormes oportunidades que brindan estas tecnologías”. Coincidiendo que aprender la “verdadera computación” (las ciencias de la computación) será muy beneficioso para que todos los alumnos argentinos desarrollen habilidades y competencias fundamentales para la vida moderna [9].

- c) Estrategias para salvar los obstáculos epistemológicos surgidos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas básicas (Física, Química, Matemática) en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas, vinculados en forma directa con los preocupantes índices de desgranamiento y de abandono de las carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics),

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

En las carreras universitarias de Informática generalmente la enseñanza de la programación aparece al inicio del proceso formativo, con lo cual, a las dificultades de adaptación de los estudiantes a las exigencias de la vida universitaria se añaden las dificultades propias del aprendizaje de la programación. En [10] se describe una modalidad de introducción a la programación implementada en la asignatura Algoritmos y Estructura de Datos I de la Licenciatura en Sistemas de Información (LSI), que consiste en el desarrollo de un conjunto de actividades, basadas en herramientas lúdicas, con el objetivo de estimular el pensamiento computacional e incrementar la

motivación de los alumnos. Para el desarrollo de las actividades se propuso un método de resolución de problema que incorpora herramientas conceptuales, como la abstracción y la modularización, y herramientas del lenguaje, como las estructuras de control repetitivas, alternativas y el uso de parámetros. En particular, se insistió en los conceptos de “abstracción”, “descomposición del problema en partes”, y en la “legibilidad” de la solución. Los resultados indican que estas actividades contribuyeron positivamente al incremento de la motivación de los estudiantes y a la incorporación de un método de resolución de problemas que facilita la transición a la programación con lenguajes de programación convencionales.

Además, incorporar estrategias de enseñanza de programación para alumnos universitarios de carreras de Informática utilizando herramientas lúdicas incrementa la motivación de los docentes y alumnos dado que el aprendizaje de los conceptos básicos se da en un contexto ameno y recreativo. Consolidar de esta forma un método de resolución de problema que se mantenga aun cambiando la herramienta ofrece un marco de referencia que facilitará la programación con herramientas convencionales [11].

En este contexto de dificultades reconocidas sobre la enseñanza de la programación, se realizó un estudio acerca de características comunes que tienen los alumnos que logran sortear las dificultades y aprender a programar. Conocer cómo actúan los alumnos que se han destacado por su buen desempeño aporta información para mejorar las estrategias de enseñanza y reducir el número de alumnos que queda libre por parciales, o peor aún, que abandonan el cursado. En [12] se muestran los resultados de este estudio.

En la línea de capacitación en programación, los resultados de la experiencia de formación en Didáctica de la Programación destinada a docentes de los niveles no universitarios de la ciudad de Corrientes se publicaron en [13].

En cuanto a Resultados Esperados, el proyecto continuará con las siguientes actividades:

- a) Análisis del impacto de las acciones de promoción de la programación en las escuelas.

Dado que, en los últimos 3 años, por diferentes medios, los alumnos de las escuelas secundarias tuvieron la oportunidad de acceder a conceptos de programación con herramientas visuales, interesa conocer si esta experiencia previa redundó positivamente en el aprendizaje de la programación en el inicio de una carrera de Informática. Para este estudio se considerarán los alumnos ingresantes a la LSI de la UNNE, 300 aproximadamente.

- b) Análisis de la motivación de los docentes para incorporar la programación en el aula, en función del perfil del docente y del nivel educativo en el cual se desempeña.

En el marco de la actualización de los docentes, mediante el dictado del curso Programación y su Didáctica, que promueva la Fundación Sadosky se evaluarán intereses, expectativas y posibilidades reales de incorporación de contenidos de Ciencias de la Computación de los docentes. Por otra parte, indagar también acerca de las propuestas/métodos/herramientas que los docentes consideran más apropiadas para el nivel educativo en el que se desempeñan,

- c) Evaluación de las estrategias didácticas para la enseñanza de las asignaturas básicas (Física, Química, Matemática) en asignaturas de primer año de las carreras de Ciencias Exactas y elaboración de propuestas didácticas superadoras.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En el Grupo de Investigación GI-TIPC (Tecnologías Informáticas y Pensamiento Computacional) están involucrados ocho docentes investigadores que provienen de distintas áreas de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNNE, Informática, Matemática y Física, con el objetivo de darle la mirada interdisciplinaria que esta problemática requiere. En el marco del proyecto dos tesis de posgrado desarrollan su trabajo final de la Maestría en Tecnologías de la Información de la UNNE.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] President's Council of Advisors on Science and Technology. (2012). "Report to the president. Engage to excel: producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics". Disponible en: [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final\\_2-25-12.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_2-25-12.pdf)
- [2] Katz, R. (2016). TIC, digitalización y políticas públicas. En Entornos Digitales y Políticas Educativas. IIPE-UNESCO.
- [3] Min Xiao, Xiaohua Yu. A Model of Cultivating Computational Thinking Based on Visual Programming. The Sixth International Conference of Educational Innovation through Technology. 2017.
- [4] Atkinson, R.D.; Mayo, M. "Refueling the U.S. innovation economy: Fresh Approaches to Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education". Disponible en: <http://www.itif.org/files/2010-refueling-innovation-economy.pdf>
- [5] Committee Members. "Rising above the gathering storm, revisited". Disponible en: <http://www.sandia.gov/NINE/documents/RisingAbove.pdf>

- [6] Jeannette M. Wing, Computational Thinking. Communications of the ACM Viewpoint, March 2006, pp. 33-35.
- [7] María Florencia Ripani. Competencias de Educación Digital. Ministerio de Educación de la Nación. Argentina. 2017. Libro digital. Disponible en: <http://planied.educ.ar/wp-content/uploads/2017/09/Competencias-05.pdf>
- [8] Valverde Berrocoso, J.; Fernández Sánchez, M.R; Garrido Arroyo, M. del C. El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. RED-Revista de Educación a Distancia, 46(3). 2015. Disponible en: [http://www.um.es/ead/red/46/valverde\\_et\\_al.pdf](http://www.um.es/ead/red/46/valverde_et_al.pdf)
- [9] Sadosky. CC-2016 Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas argentinas. 2013.
- [10] G. N. Dapozo, C. L. Greiner, R. H. Petris, M. C. Espíndola and A. M. Company, "Introduction to programming based on playful activities in the university," 2017 XLIII Latin American Computer Conference (CLEI), Cordoba, 2017, pp. 1-8. doi: 10.1109/CLEI.2017.8226437.
- [11] Gladys N. Dapozo, Cristina L. Greiner, Raquel H. Petris "Enseñar programación desde los juegos a lo formal". 1er Congreso de Educación y Tecnologías del Mercosur: de la digitalización a la virtualización. ISBN 978-987-3619-26-7. 2017.
- [12] Gladys N. Dapozo, Cristina L. Greiner, Raquel H. Petris, María C. Espíndola, Ana M. Company-Enseñanza de la Programación en la Universidad. Factores que Inciden en el Buen Desempeño de los Estudiantes. Anales CONAIIISI 2017. 5to Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información 2-3 Noviembre, Santa Fe - Argentina
- [13] Dapozo, G.; Petris, R.; Greiner, C. (2016). "Programación en las escuelas. Experiencia de formación docente en el Nordeste Argentino". Revista REMEIED: Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia. Desafíos de la cultura digital en América Latina. ISSN: 2395-8901. Diciembre 2016-noviembre 2017